

Correlations study between the selenium content of wheat grass (*Triticum aestivum* L.) and wheat seeds grown on different soil types

Különböző talajtípusokon termesztett búzafű (*Triticum aestivum* L.) és búzamag szeléntartalma összefüggésének vizsgálata

Tamás Melinda¹, Mándoki Zsolt³, Márton Melinda¹, Mészáros Sándor², Lányi Szabolcs², Csapó János^{1,3}

¹Sapientia EMTE, Műszaki Intézet, Élelmiszer-tudományi Tanszék, RO-530104 Csíkszereda, Szabadság tér 1., Tel.: 40-266-314-657, email: tamasmelinda@sapientia.siculorum.ro, www.sapientia.siculorum.ro

²Sapientia EMTE, Műszaki Intézet, Környezettudományi Tanszék, RO-530104 Csíkszereda, Szabadság tér 1., Tel.: 40-266-314-657.

³Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kémiai-Biokémiai Tanszék, H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40. Tel.: 36-82-314-155.

Kulcsszavak: szelén, búzafű (*Triticum aestivum* L.), spektrofotometriás szelén-meghatározás

Keywords: selenium, wheat grass (*Triticum aestivum* L.), selenium determination by spectrophotometry

ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatómunka során meghatároztuk 35 búzafű és 35 búzamag szelén- és szárazanyagtartalmát. A megfelelően előkészített minta szeléntartalmát a kialakult pia-szelénol komplex spektrofotometriás ($\lambda_{\text{gerjesztés}} = 380 \text{ nm}$, $\lambda_{\text{emissió}} = 519 \text{ nm}$) meghatározásával mértük. Megállapítottuk, hogy a búzafű és a búzamag szeléntartalma között a korrelációs együttható értéke $p=0,05$ szinten 0,36, ami egy közepes összefüggésre utal. A búzafű szárazanyagra számolt szeléntartalma és a búza összesszelén-tartalma közötti összefüggés szintén közepesen szoros, a korrelációs együttható értéke $p=0,02$ szinten 0,40.

SUMMARY

In the course of the research we determined selenium and dry-matter content of 35 wheat grasses and 35 wheat seeds. The selenium content of the preparation plant samples was measured by spectrophotometric determination ($\lambda_{\text{excitation}} = 380 \text{ nm}$, $\lambda_{\text{emission}} = 519 \text{ nm}$) of the resulted pia-selenol complex. It was established that between the selenium content of the wheat grass and wheat seed the correlation coefficient was 0.36 at $p=0.05$ level which indicates a medium close correlation. Similarly, there was a medium close correlation between selenium content of the wheat grass calculated on dry-matter basis and total selenium content of the wheat, with a correlation coefficient of 0.40 at $p=0.02$ level.

1. BEVEZETÉS

1930 körül a szelént még toxikus elemnek tekintették, de 1943-ban már kimutatták jelenlétének esszenciális mivoltát az élő szervezetben, hogy lecsökkenti a daganatos megbetegedések számát (Clayton és Bauman, 1949; Nelson és mtsai., 1943; Schwarz és Foltz, 1957).

1966-ban a szelén antikarcinogén hatását publikálták (Shamberger és Rudolph, 1966), de ekkor még a táplálék összes szeléntartalmáról tettek említést. Az utóbbi időben az analitikai módszerek érzékenységének javulásával kiderítették fontos élettani hatását, hogy antioxidánsként a tokoferollokkal együtt részt vesz a metabolizmusban, segít bizonyos daganatos betegségek gyógyításában, sőt megelőzésében, segíti megőrizni a sejthártyák épségét. A glutation-peroxidáz a peroxidbontó reakció katalizálásával védi a telítetlen lipideket (Cser és Sziklainé, 1998).

Európa országaiban a termelt élelmiszerek rendkívül szelénhiányosak. A napi étkezések során szervezetünkbe jutó szeléntartalom (0,05–0,10 mg) nem jelentős (Cser és Sziklainé, 1998). A romániai (Serdaru és mtsai., 2003) és a magyarországi talajok (Combs, 2005) is rendkívül szegények szelénben, ezért a növényi eredetű élelmiszerekkel a szervezet szelénszükségletét nem lehet kielégíteni. Az élelmiszerek szelénnel történő pótlása szinte elengedhetetlen a modern táplálkozástudomány szerint (Reilly, 1998).

A növények szeléntartalmát legnagyobb mennyiségben a talaj (Terry és mtsai., 2000) ezen belül a talajból felvehető, és nem az összes szeléntartalma szabja meg. A szelenid és az elemi szelén a talajból alig vehető fel, míg a szelenit és a szelenát felszívódása lényegesen hatékonyabb. A szelenát szinte teljes mértékben fel tud szívódni, de a fehérjébe történő beépülés előtt jelentős része a vizelettel kiürül; a szelenitnek viszont csak mintegy 50%-a képes felszívódni, de felszívódott mennyisége jobban hasznosul (Bendhal és Gammelgaard, 2004).

A szervetlen szelénvegyületek mellett a növényekben jelentős mennyiségben előfordulnak a szeleno-aminosavak vagy azok származékai is. A növényi eredetű élelmiszerek főként szeleno-metionint, az állati eredetűek pedig szeleno-metionint és szeleno-ciszteint is tartalmaznak. A szeleno-metionin a növényekben keletkezik a talaj szeléntartalmából, amit az állatok szeleno-cisztinné tudnak konvertálni. A szeleno-metionin

mintegy 90%-ban képes a szervezetben aktív formává alakulni (Dumont és mtsai., 2004). Az emberi táplálékban a szelén főként szelenit és szeleno-metionin formájában van jelen.

A kutatásunk célja vizsgálni a kenyér, a búza és a búzanövény szeléntartalmát, amelyek során először különböző romániai talajokon termesztett búzafű minták szeléntartalmát elemeztük, és próbáltunk összefüggést kimutatni a búza és a búzafű szeléntartalma között.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A vizsgált minták

A kutatómunka során meghatároztuk 35 búzafű és 35 búzamaz szárazanyag- és szeléntartalmát. A búzanövényeket a 1. táblázat szerinti talajtípusokról (a Román talajosztályozási rendszer szerint) gyűjtöttük be.

1. táblázat

A vizsgált talajtípusok

TALAJTÍPUSOK (1)			
	Talajtípus jelölés (2)	Talajtípus (3)	Jellemzők (4)
1	ASen	Fiatál, fejletlen, diagnosztikai szint nélküli nyers öntéstalaj	
2	ASen-gc	Nyers öntéstalaj – kimosódott glejes talaj	
3	ASgc	Nyers öntéstalaj – glejes talaj - erősen nedves, tartós vízhatásnak kitett - vízhatású (hidromorf) talaj	Gyengén fejlett, szelvény nélküli talajok Homokos, kavicsos, glaciális üledék
4	RSka	Földes kopár talaj - mészkőlepedékes	
5	KZti	Kasztanozjom talaj (kis szervesanyag termelés, kevés humusz)	Gesztenyebarna sztyepptalaj-változat
6	KZmr	Kasztanozjom gesztenyeszínű talaj	
7	CZka ₁ -kz	Mészkő felhalmozódásos csernozjom – gesztenyeszínű talaj	
8	CZka ₂ -kz	Felületen mészlepedékes csernozjom – gesztenyeszínű talaj	Szerves anyagban gazdag sztyepptalaj, jellegzetessége a 30–70 cm mélységben megjelenő mészlepedék. A mész szárazabb időszakokban szeudomicéliumok formájában a szerkezeti elemek (morzsák) felületén kiválik
9	CZti	Típusos csernozjom (keves szerves maradvány – Ca-gazdag talajképző kőzet kb. 1% humusz)	
10	CZka-fru	Karbonátos csernozjom talaj - talajvizes	
11	CZka-e	Mészkő felhalmozódásos csernozjom talaj - erózió által lepusztult	

Table 1: The investigated soil types

Soil types (1), mark of soil types (2), soil type (3), soil characteristics (4)

A mintavétel során GPS-szel bemértük a származási helyet és ügyeltünk arra, hogy a búzamaz mintákat az aratási időszak kezdetén ugyanonnan vegyük, ahol a búzafű mintavétele történt a megelőző ősszel. A búzafű mintákat a talajból kézzel kihúztuk, a gyökérről a talajt folyóvízben lemostuk, a gyökér és a zöldrész találkozása felett 0,5 cm-rel a búzanövényt elvágtuk és csak a zöld részt használtuk analízisre. A zöld búzanövényt azonnal laboratóriumba szállítottuk és ott –25 °C-on tartottuk a kémiai analízissel történő előkészítésig.

A kalászköböl gumikesztyűt használva a búzamazot kipergettük, majd a pelyva és a toklász részek eltávolítása után a magokat nylon tasakokban, hűtőszekrényben +5 °C-on tároltuk az analízisek megkezdéséig.

2.2. Szárazanyagtartalom meghatározás

Mivel a szeléntartalmat a különböző szárazanyagtartalmú mintáknál csak szárazanyagra vonatkoztatva lehet összehasonlítani és értékelni, ezért elvégeztük a búza fűminták szárazanyagtartalmának meghatározását. Ennek során 10 g mintát mértünk be egy bemérőedénybe, majd szárítószekrényben 60 °C-on tömegállandóságig szárítottuk. Ezt követően a mintákat nyitott edényekben egy éjszakán át állni hagytuk, majd lemértük a tömegüket. A légszáraz mintákat kalapácsos darálón lisztfinomságúra őröltük, majd a kapott őrlemény

szárazanyagtartalmát szárítószekrényben a vonatkozó Román Szabvány (STAS 9682-2-74) szerint 105 °C-on tömegállandóságig szárítottuk, majd kiszámoltuk a szárazanyagtartalmat.

A megfelelő módon megszáritott és lisztfinomságúra darált búzafű mintákat 200 µm lyukbőségű szitán engedték át, majd a szitán fennmaradó részt, addig daráltuk, amíg 100%-a át nem esett át a 200 µm-es szitán. Az így előkészített mintákat a következő roncsolásoknak vetettük alá.

2.3. Szeléntartalom meghatározása nedves roncsolást követően fluorimetrián

Roncsolás királyvízzel

Az előkészített mintáinkból 1 mg-os pontossággal 3 g mintát mértünk be egy 250 cm³-es csiszolatos gömblombikba, majd hozzáadtunk 0,5–1,0 cm³ desztillált vizet. Az átnedvesedés után, állandó kevergetés közben 21 cm³ 12 mólos sósav-oldatot, majd cseppenként 7 cm³ 15,8 mól/dm³ koncentrációjú salétromsav-oldatot adtunk hozzá ügyelve arra, hogy a felhabzást elkerüljük. A gömblombikhoz egy folyadékhűtőt csatlakoztattunk, amelyhez csiszolatos kapcsolattal egy adszorpciós berendezést kapcsolunk, és 15 cm³ 0,5 mól/dm³ koncentrációjú salétromsav-oldatot adtunk hozzá. A rendszer összekapcsolása után a mintát, a sósavat és a salétromsavat szobahőmérsékleten, 16 órán keresztül nyugalomban hagyjuk azért, hogy a szerves anyag lassan oxidálódjon el. A 16 óra várakozási idő után (általában másnap reggel) lassan addig melegítettük, amíg a berendezésben az oldószer gőzök refluxálni nem kezdtek, majd a reflux megindulását követően a rendszert 2 órán át ezen a hőmérsékleten tartottuk. Az adszorpciós edényke tartalmát a lombik tartalmához öntöttük, és mind az adszorpciós edénykét, mind a folyadékhűtőt 10 cm³ 0,5 mól/dm³ salétromsav-oldattal átöblítettük. Ezt követően hagyjuk, hogy a reakció edényben az oldhatatlan részek leülepedjenek, majd a relatív üledékmentes felülúszót szűrőpapírral egy 100 cm³-es mérőlombikba szűrtük. Hagytuk, hogy az összes oldat szűrődjön le, majd az oldhatatlan üledéket pár cm³ 0,5 mól/dm³-es salétromsav-oldattal átöblítettük. Az így kapott oldat alkalmas a szeléntartalom meghatározására.

A piáz-szelenol komplex kialakítása és a mérés

Az elroncsolt oldathoz 5 cm³ maszkírozó oldatot adtunk, majd a pH-t ammónia-oldattal 2,0-re állítottuk be. Hozzáadtunk 5 cm³ DAN-oldatot, és 2 órán át sötétben állni hagyjuk. A komplex kialakulása után az oldatot desztillált vízzel rázótlöcsérbe átmostuk, és 2x5 cm³ ciklohexánnal 2–2 percig extraháltuk. Végül a szerves fázisokat egyesítettük. A szerves fázist vakoldattal szemben 20 percen belül mértük fluorimetrián ($\lambda_{\text{gerjesztés}}=380$ nm, $\lambda_{\text{emisszió}}=519$ nm).

Kalibrációs görbe

0,2; 0,4; 0,6; 0,8 és 1,0 cm³ szelén standardoldatot 100 cm³-es főzőpohárba pipettáztunk, és desztillált vízzel 50 cm³-re töltöttük fel. (A továbbiakban a mintához hasonlóan járunk el.) A 10 cm³ össztérfogatú szerves fázisban a szelén koncentrációja 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; és 1,0 µg/cm³.

Az eredmény kiszámítása

A kalibrációs görbe 0,2–1,0 µg/cm³ tartományban lineáris.

A minta szeléntartalma a következő képlettel számolható:

$$C = \frac{\text{bemért anyag mennyisége}}{\text{extrahálóoldat mennyisége}} \cdot C_M$$

C_M a mért koncentráció, µg/cm³

C a minta szeléntartalma, µg/g

Az adatokból a Micro Cal Origin programcsomaggal végeztük el a statisztikai analíziseket.

3. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A 35 darab búzafű és búzamazag szeléntartalmát a 2. táblázat tartalmazza. A szeléntartalmat mind az eredeti szárazanyagban, mind a 100% szárazanyagban megadjuk. Mivel a búzafüvek szárazanyaga átlagosan 20%-ot tett ki, ezért a 100% szárazanyagban közölt szeléntartalom mintegy ötszöröse az eredeti szárazanyag szeléntartalmának. A búzamazag mintáknál viszont jelentéktelen a különbség a két szárazanyagra számolt érték között, hisz a szárazanyagok is közel állnak egymáshoz.

A búzafű és búzamag szeléntartalma

Minta jele (7)	Búzafű (1)			Búzamag (2)	
	Száranyag (3) (%)	Szeléntartalom (4) (µg/kg)		Száranyag (3) (%)	Szeléntartalom (4) (mg/kg)
		Eredeti szárazanyagban (5)	100% szárazanyagban (6)		
P1	21,9	16,7	76,3	90,3	0,142
P2	18,1	14,0	77,3	89,9	0,084
P3	19,8	25,0	126,3	90,2	0,007
P4	19,1	13,0	68,1	90,4	0,014
P5	19,3	13,4	69,4	91,2	0,149
P6	20,0	12,1	60,5	90,6	0,115
P7	18,3	17,4	95,1	90,6	0,129
P8	20,2	15,8	78,2	90,4	0,142
P9	17,1	13,1	76,6	91,1	0,122
P10	19,3	14,9	77,2	90,9	0,014
P11	15,6	19,1	122,4	90,6	0,068
P12	16,3	17,3	106,1	90,1	0,021
P13	20,6	7,7	37,4	90,4	0,139
P14	20,2	9,7	48,0	90,9	0,095
P15	22,6	16,2	71,7	90,0	0,047
P16	22,1	13,3	60,2	90,1	0,046
P17	19,7	13,7	69,5	90,6	0,120
P18	20,4	19,6	96,1	90,7	0,184
P19	18,9	19,8	104,8	90,0	0,065
P20	18,0	15,3	85,0	91,2	0,096
P21	17,0	14,4	84,7	90,6	0,047
P22	19,6	17,8	90,8	90,8	0,079
P23	20,4	14,0	68,6	91,0	0,079
P24	18,9	9,0	47,6	90,4	0,063
P25	16,8	17,4	103,6	90,0	0,055
P26	18,2	14,1	77,5	90,0	0,047
P27	15,9	14,3	89,9	91,0	0,096
P28	21,5	19,4	90,2	90,8	0,152
P29	20,9	23,0	110,0	90,1	0,104
P30	20,0	9,6	48,0	90,7	0,160
P31	16,6	8,7	52,4	90,0	0,031
P32	18,4	10,7	58,2	90,6	0,047
P33	21,0	11,1	52,9	90,5	0,037
P34	22,4	20,1	89,7	90,2	0,041
P35	17,6	18,4	104,5	90,0	0,037

Table 2: Selenium content of wheat grass and wheat seeds

Wheat grass (1), wheat seeds (2), dry matter % (3), selenium content (µg/kg) (4), original dry matter content % (5), 100% dry matter (6), sample (7)

Az adatokból a Micro Cal Origin programcsomaggal elvégzett a statisztikai analízisek eredményeit a következő ábrák tartalmazzák.

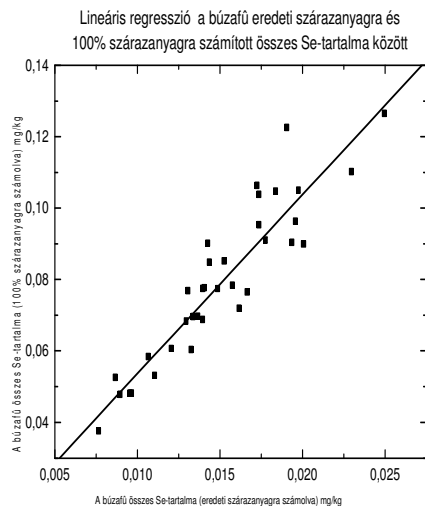


Figure 1: Correlation between the total selenium content of wheat grass related to original dry matter content and dry matter

Az 1. ábra a búzafű eredeti szárazanyagra és 100% szárazanyagra számított összes szelén-tartalma közti összefüggést mutatja. A 35 darab vizsgálat eredményeként a korrelációs együttható értéke $P < 0,001$ szinten 0,92-nek mértük. Ez a rendkívül szoros összefüggés nem meglepő, hisz ugyanarról az adatsorról van szó, melyben a hibalehetőséget egyedül a szárazanyag-tartalom meghatározás hordozza.

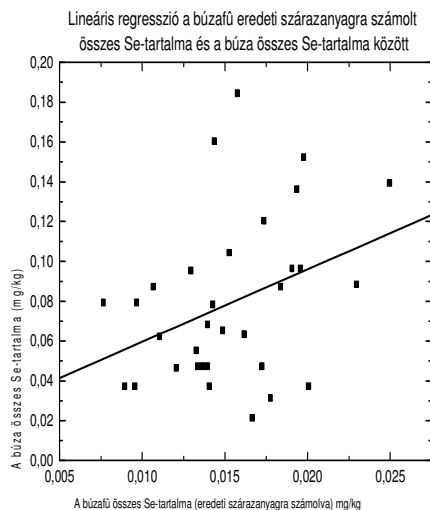


Figure 2: Correlation between the total Se content related to original dry matter of the wheat grass and the total Se content of the wheat

A 2. ábra a búzafű eredeti szárazanyagra számolt összesszelén-tartalma és a búza ugyancsak eredeti szárazanyagra számolt összesszelén-tartalma közötti összefüggést mutatja. A 35 mérés alapján a korrelációs együttható értéke $P = 0,05$ szinten 0,36, ami egy közepesen szoros összefüggésre utal a búzafű eredeti szárazanyagra számolt összesszelén-tartalma és a búza összesszelén-tartalma között.

A kutatómunkánk során meghatároztuk tehát 35 búzafű és 35 búzamag szeléntartalmát, és mindkét esetben meghatároztuk a szárazanyag-tartalmat is. Az adatok statisztikai analízise során megállapítottuk, hogy a búzafű és a búzamag szeléntartalma között a korrelációs együttható értéke $P = 0,05$ szinten 0,36, ami egy közepesen szoros összefüggésre utal a búzafű eredeti szárazanyagra számolt összesszelén-tartalma és a búza összesszelén-tartalma között. A búzafű 100% szárazanyagra számolt szeléntartalma és a búza összesszelén-tartalma közötti összefüggés szintén közepesen szoros, hisz a korrelációs együttható értéke $P = 0,02$ szinten 0,40.

4. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani az Élelmiszer-tudományi Tanszék (Csíkszereda) és a Kémiai-Biokémiai Tanszék (Kaposvár) azon dolgozóinak, akik nagyban segítették munkánkat, valamint szeretnénk megköszönni a Kutatási Programok Intézetének (Kolozsvár, szerződés szám: 209/39, 02. 04. 2009) és a Domus Hungarica Programnak az anyagi támogatást. Hálás köszönetünket fejezzük ki ezentúl a TOPAS- MANAGEMENTUL DEFICITULUI DE SELENIU DIN ROMANIA (PNCDI. Programul 4 – Parteneriate in domeniile prioritare. Directia de cercetare: BIOTEHNOLOGII. Numarul alocat la inregistrarea on-line: 1447 Contract de finantare nr. 61-022) pályázat vezetőinek az anyagiak biztosításáért.

IRODALOM

- Bendhal, L.-Gammelgaard, B. (2004): Separation and identification of Se-methyl-seleno-galactosamine, a new metabolite in basal human urine by HPLC-ICP-MS and CE-nano-ESI-(MS)2. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 19. 950-957.
- Clayton, C.C.-Bauman, C.A. (1949): Diet and azo dye tumors: effect of diet during a period when the dye is not fed. *Cancer Research*, 9. 575-580.
- Combs, G.F. (2005): Importance of selenium in human nutrition. Twenty Years of Selenium Fertilization, In *Proceedings book*, Ed. Merja Eurola, September 8-9, 2005, Helsinki, Finland, Agrifood Research Reports, 69-108.
- Cser M.-Sziklainé László I. (1998): A szelén szerepe a környezetben és egészségvédelemben. MTA, 1-136.
- Dumont, E.-Vanhaecke, F.-Cornelis, R. (2004): Hyphenated techniques for speciation of Se in in vitro gastrointestinal digests of *Saccharomyces cerevisiae*. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 379. 504-511.
- Nelson, A.A.-Fitzhugh, O.G.-Calvery, H.O. (1943): Liver tumors following cirrhosis caused by selenium in rats. *Cancer Research*, 3. 230-236.
- Reilly, C. (1998): Selenium: A new entrant into the functional food arena. *Trends in Food Science & Technology*, 9, 114-118.
- Schwarz, K.-Foltz, C.M. (1957): Selenium as an integral part of Factor 3 against dietary necrotic liver degeneration. *Journal of the American Chemical Society*, 79. 3292-3293.
- Shamberger, R.J.-Rudolph, G. (1966): Protection against cocarcinogenesis by antioxidants. *Experientia*, 22. 116.
- Serdaru, M.-Vlădescu, L.-Avram, N. (2003): Monitoring of Selenium Status in Southeast Region of Romania, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 51, 4727-4731.
- STAS 9682-2-74
- Terry, N.-Zayed A.M.-Desouza M.P.-Tarun, A.S. (2000): Selenium in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 51. 401-432.